

### **Комунальне господарство міст**

пониженной морозостойкостью (в пределах F75-F100). Процент водопоглощения достигает 0,503% и более, что не свойственно натуральным гранитам.

Коэффициент линейного температурного расширения достигает значения  $\alpha_l = 2,1 \cdot 10^{-5}$  м/(м·град), что вызывает повышенную деформативность отдельных фасадных плит.

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что поступившие на строительную площадку фасадные гранитные плиты могут быть применены в качестве облицовочного материала на строящемся объекте, хотя долговечность данных плит в условиях Харьковского климатического региона вызывает определенное опасение.

1.Рыбьев И.А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. – М.: Высш. шк., 1978. – 309 с.

2.Лужин О.В., Злочевский А.Б., Горбунов И.А., Волохов В.А. Обследование и испытание сооружений. – М.: Стройиздат, 1987. – 264 с.

3.ГОСТ 23342-91. Изделия архитектурно-строительные из природного камня. – М., 1991.

4.Межгосударственный ГОСТ 9479-98. Блоки из горных пород для производства облицовочных архитектурно-строительных, мемориальных и других изделий. Технические условия. – М., 1998.

5.ГОСТ 30629-99. Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний. – М., 2000.

*Получено 05.04.2011*

УДК 693.54

И.Э.ЛИННИК, канд. техн. наук, В.В.ЯРЫЖКО

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

С.В.СИНИЙ, канд. техн. наук

*Луцкий национальный технический университет*

### **МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ БЕРЕГОУКРЕПЛЕНИЯ**

Предлагается классификация методов и приемов укрепления берегов, дается краткая характеристика каждого из способов. Приводятся примеры зарубежного и отечественного опыта укрепления береговой полосы.

Запропоновано класифікацію методів і прийомів укріплення берегів, наведено коротку характеристику кожного зі способів. Наведено приклади зарубіжного і вітчизняного досвіду укріплення берегової смуги.

Proposes classification of methods and receptions strengthening of coast is offered, the short characteristic each of ways. Examples foreign and domestic experience a shore are resulted.

*Ключевые слова:* укрепление берегов, береговая полоса, методы берегоукрепления.

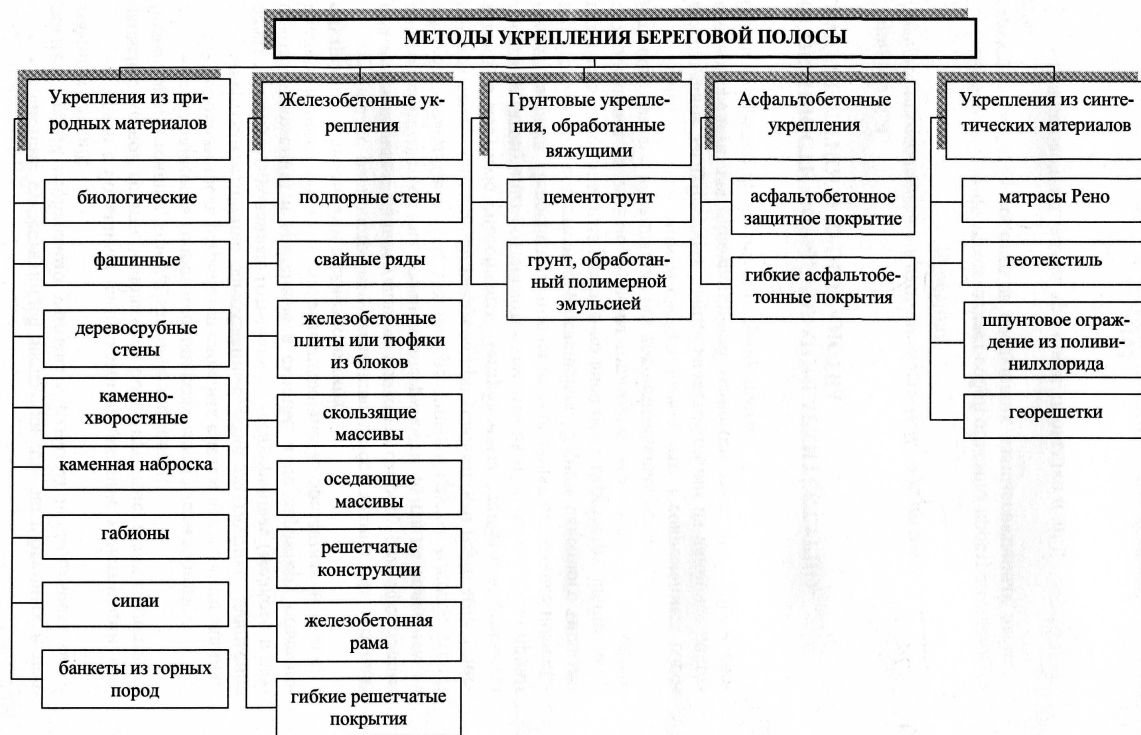
Планировка и застройка прибрежных районов требуют придания береговой линии определенного очертания в плане, профиля и архитектурного оформления территории. Укрепление берегов осуществляют для защиты от подмыва водой, от размыва дождями и грунтовыми водами, от повреждения льдом, а также для предохранения от сползания под действием транспорта, движущегося вдоль берегов [1-3].

Берегоукрепление – это термин, объединяющий в себя весь комплекс работ по укреплению и защите прибрежной линии природных и искусственных водоемов от подмыва, обвала и эрозии берегового склона под воздействием течения и волн, а также размыва ливневыми потоками. Выбор конструкции береговых сооружений во многом зависит от крутизны склона откоса, показателей физико-механических свойств грунта, скорости течения потока, а также гидрогеологического режима подтопления.

Совершенствование конструкций новых экономичных и industriально удобных берегозащитных сооружений не может успешно развиваться без учета глубокого анализа отечественных и зарубежных научно-технических достижений и передового опыта в данной области [2, 3]. Поэтому в зависимости от геологических, гидрогеологических, климатических условий, а также градостроительной ценности и архитектурно-планировочного решения территории выбор методов и приемов берегоукрепления сводится к тщательному их анализу и сравнению. С этой целью предлагается классификация укрепления береговой полосы в зависимости от применяемых материалов (рисунок).

I. *Укрепления из природных материалов* – наиболее обширная группа, охватывающая ряд приемов, для применения которых используют биологические материалы (древесина, дерн, посадка растений) и природный камень.

Биологические укрепления применяются для защиты незатопляемых береговых откосов и зон переменного уровня воды берегов в пресноводных водоемах. Засев откосов выполняют многолетними злаковыми травами в смеси с бобовыми, а для лесных насаждений используют влаголюбивые породы. Фашинные конструкции изготавливают из гибкого свежесрубленного кустарника, очищенного от листьев, их перевязывают проволокой или просмоленной веревкой. Фашины используют при небольших уклонах береговых откосов в неглубоких водоемах. Они имеют низкую стоимость, как и биологические укрепления, но в тоже время сезонность проведения работ и появление полного защитного эффекта через 3-4 года является негативным фактором по сравнению с другими методами. При устройстве подпорных стен и струнаправляющих дамб используют деревосрубные стены. Преиму-



Классификация типов укрепления береговой полосы в зависимости от используемых материалов

ществом их являются небольшие сроки возведения, недостатком – небольшой срок эксплуатации – не более 20 лет. Каменно-хворостяные сооружения применяются, когда другие, более капитальные, не могут быть возведены в короткие сроки. Они состоят из кладки чередующихся горизонтальных слоев камней и хвороста. Преимуществами такого укрепления являются стойкость, гибкость, способность принимать форму дна русла при его размыве, выдерживать значительные скорости течения (2,5-4,0 м/с), экономичность, так как используются только местные материалы. Применение некачественных материалов приводит к старению, прорастанию и гниению материалов. Каменную наброску используют на высоких откосах для защиты их от размыва поверхностными водами и волнового воздействия. При оползании низового откоса его укрепляют камнями разного размера с укладкой крупных камней снаружи. Этот способ укрепления очень распространен благодаря малой трудоемкости, простоте ремонта и восстановления. Недостаток его – водопроницаемость, поэтому необходимо защищать насыпной грунт от оплывания и суффозии и использовать вспомогательные материалы (геотекстиль). Еще одним приемом с использованием натуральных камней являются габионы – специальные инженерные конструкции в виде заполненных камнем ящиков, изготовленных из металлической сетки. Габионные крепления были запатентованы во Франции, их применяют для берегоукрепления при любых климатических условиях при скорости течения 4-6 м/с, ландшафтных работ, укреплении склонов и армировании грунта, стабилизации почвенной эрозии и консервации грунта, облицовки. Иногда габионы устраиваются без каркаса в виде проволочного мешка. Габионные ящики заполняются камнем твердых водостойких пород. Верхние камни должны быть наиболее крупными и выступать из ячеек; внутри габиона помещаются мелкие камни. Весьма декоративно в горных районах выглядят сипаи – деревянные колоды, которые связывают в каркас. Их устанавливают в руслах рек вблизи берегов и заполняют каменно-хворостяной кладкой. Они практичны и дешевы, но без должного ухода могут подмываться и оседать. Прием, широко используемый в горных районах, это банкеты из горных пород, имеющих форму призмы. Процесс устройства механизирован с использованием местных материалов, что упрощает выполнение и ремонт. Сооружают при значительных скоростях течения воды (во время наводнений, 4,0-6,0 м/с). Но в стесненных условиях и на больших откосах они не всегда пригодны.

II. *Железобетонные укрепления*: подпорные стенки, свайные ряды, железобетонные плиты или туюфы из блоков, скользящие масси-

вы, оседающие массивы, решетчатые конструкции, железобетонная рама, гибкие решетчатые покрытия.

Подпорные стенки – это наиболее распространенный вид берегоукрепления в городах. Они могут быть сборными, монолитными, сборно-монолитными, шпунтовыми и анкерными, с контрфорсом или контрбанкетом. Свайные ряды позволяют для строительства набережных высотой до 8 м в условиях стесненной береговой полосы [4]. Прием, не требующий облицовки – это применение железобетонных плит или тюфяков из блоков, которые нанизывают на анкерные стержни с креплением этих стержнем к «зубам» дамбы. При скоростях течения 4–5 м/с можно использовать скользящие массивы, сравнительная сложность устройства которых окупается эффективностью использования на крутых склонах. Оседающие массивы используют при наличии в основе защищаемого откоса булыжника и больших камней. При больших скоростях течения (4–6 м/с) оседающие массивы укладываются на подготовку из сухой кладки. Они просты в изготовлении, стоимость их невелика. Решетчатые конструкции состоят из сборных железобетонных или армированных элементов, которые после объединения в стыках образуют на поверхности откоса решетку с ячейками заданного размера. Такие конструкции являются прародителями георешеток. Железобетонные рамы, имеющие скосы по углам, укладывают на поверхность откоса, ячейки рам заполняются грунтом с засевом трав, щебнем, камнем, тощим бетоном. Гибкие решетчатые покрытия устраивают для защиты откосов подверженных воздействию волн высотой до 1,5 м и скорости течения до 3 м/с. Выполняются в виде гибкой решетки из железобетонных гирлянд. Гибкость железобетонного покрытия обеспечивается системой ортогонально-направленных линейных шарниров.

III. *Грунтовые укрепления, обработанные вяжущими* – цементогрунт, грунт, обработанный полимерной эмульсией предназначены для быстрой защиты откосов насыпей и выемок от процессов выветривания, водной и воздушной эрозий, для укрепления поверхности высоких откосов и устройства водонепроницаемого покрытия на бермах. Указанные конструкции используют в районах, где растительный грунт представляет собой большую ценность для сельского хозяйства и не может быть использован для укрепления откосов. Использование цементогрунта в 1,5–2 раза дешевле подпорной стенки и на 15–20 % габионов. Норма использования полимерной эмульсии 25 кг/м<sup>3</sup>. Преимущества данного метода – высокое качество и скорость работ, малые эксплуатационные расходы и использование местных грунтов. Недостатком является необходимость облицовки поверхности.

IV. *Асфальтобетонные укрепления* подразделяются на асфальтобетонное защитное покрытие применяемые при скоростях потока до 2 м/с и гибкие асфальтобетонные покрытия, применяемые в виде сплошных покрытий для защиты глинистых почв, которые изготавливают в заводских условиях или непосредственно на месте производств укрепительных работ.

Асфальтобетонные покрытия устраиваются монолитными и сборными, просты в эксплуатации, обладают высокой деформативностью (гибкостью). Гибкие покрытия подразделяют на асфальтовые маты, гибкие битумные мембраны или уложенные под защитным слоем экраны, а также собственно гибкие асфальтобетонные покрытия. Недостатком является использование нефтяных стройматериалов, но это в свою очередь способствует водонепроницаемости поверхности.

V. *Укрепления из синтетических материалов*: матрасы Рено, геотекстиль, шпунтовое ограждение из поливинилхлорида (ПВХ), георешетки.

Матрасы Рено – это плоскостные конструкции, выполненные из металлической сетки двойного кручения с шестиугольными ячейками, разделенные на секции при помощи диафрагм [5]. Двойное кручение проволоки сетки матраса обеспечивает целостность, прочность и равномерность распределения нагрузок, предотвращает раскручивание в случае разрыва сетки. Используются в основании подпорной стенки из габиона, укреплении конусов мостов, ландшафтных работах, укреплении дна от размыва, но они мало эффективны при высоких уклонах и стесненных условиях.

Геотекстиль – плоские водопроницаемые полимерные текстильные материалы, нетканые, тканые или вязанные, применяемые в геотехнике или других областях строительства [6]. Геотекстиль используют при армировании слабых оснований, возведении откосов повышенной крутизны, армогрунтовых подпорных стенках, гидротехнических сооружениях, дренажах. Обладает рядом следующих качеств: водопроницаемость, предотвращение роста корней растений, мульчирует почву, препятствует водной эрозии грунта, препятствует заливанию дренажа и распределяет нагрузки.

Шпунтовое ограждение из поливинилхлорида (ПВХ) – сплошная шпунтовая стенка, образованная пластиковыми шпунтовыми сваями методом вибропогружения, забивки или вдавливания [7]. Шпунтовое ограждение не нуждается в техническом обслуживании, минимальный срок службы 30 лет, экономические, экологические, высокая несущая способность, кроме того может подвергаться повторной промышленной переработке. Берегоукрепление и фиксацию высоких склонов

можно осуществлять с помощью георешетки [8]. Данная сетчатая конструкция из твердого пластика обладает достаточной эластичностью и упругостью, чтобы компенсировать осадку слабого грунта по берегам рек. В зависимости от скорости течения воды ячейки можно заполнять местным грунтом, щебнем, бетоном, полимерной эмульсией. Данный прием устойчив к внешним воздействиям, долговечен, прост в монтаже и экологичен.

В большинстве зарубежных стран для укрепления откосов береговой полосы используют те же строительные материалы, что и в Украине. В США применяют бетонные блоки с замковыми соединениями, покрытия из асфальтобетонных матов и оболочек мембран, цементогрунт, нейлоновые маты и геотекстиль. В Англии для защиты откосов от размыва широко используют хворостяные укрепления, распыляемые покрытия из бетонной смеси, бетонные блоки и элементы. Для укрепления подтапливаемых откосов в Италии и Франции, в основном, использовали грунты, обработанные вяжущими материалами, вместо бетонных конструкций. На территории Германии распространено использование геотканей и различных синтетических материалов. В Австралии и Индии неустойчивые откосы закрепляют посадкой растительности. Решетчатые конструкции для укрепления откосов широко применяются в Японии и Болгарии.

В Украине наиболее распространенным методом укрепления берегов крупных рек является железобетонное, в западных и южных территориях, чаще используют биологический прием и каменную наброску, при укреплении берегов небольших водоемов используют цементогрунт, сборные железобетонные элементы и синтетические материалы.

Предложенные методы и приемы ландшафтного преобразования берегоукрепительных сооружений позволяют представить возможные направления структурного развития проектирования прибрежных зон и набережных.

1. Гиршман М.Е., Попов В.И. Проектирование транспортных сооружений / М.Е. Гиршман, В.И. Попов. – М.: Транспорт, 1988. – 447 с.

2. Байнатов Х.Б., Перевозников Б.Ф. Защита откосов автомобильных дорог от размыва / Х.Б. Байнатов, Б.Ф. Перевозников. – М.: ЦБНТИ, 1992. – 84 с.

3. Герасимчук В.О. Гірські автомобільні дороги України / В.О. Герасимчук. – Коломия: Вік, 1998. – 352 с.

4. Укрепление берегов бетонными сваями // [eurasia.biz.ua/ru/concrete/](http://eurasia.biz.ua/ru/concrete/).

5. Матрацы Рено // [massaferri.ru/main/products/control\\_erozii/reno?page=2](http://massaferri.ru/main/products/control_erozii/reno?page=2).

6. Геоткани: назначение и классификация // [www.stroy-life.ru/p7/137/v1/index.htm](http://www.stroy-life.ru/p7/137/v1/index.htm).

7. Укрепление пластиковой шпунтиной // [bazis-centr.com.ua/ru\\_c02\\_ukreplenie\\_beregov\\_ukreplenie\\_beregovoj\\_linii\\_2.html](http://bazis-centr.com.ua/ru_c02_ukreplenie_beregov_ukreplenie_beregovoj_linii_2.html).

8. Укрепление берегов георешеткой // [www.road-stroy.ru/services/coast-guard](http://www.road-stroy.ru/services/coast-guard).

*Получено 25.04.2011*